

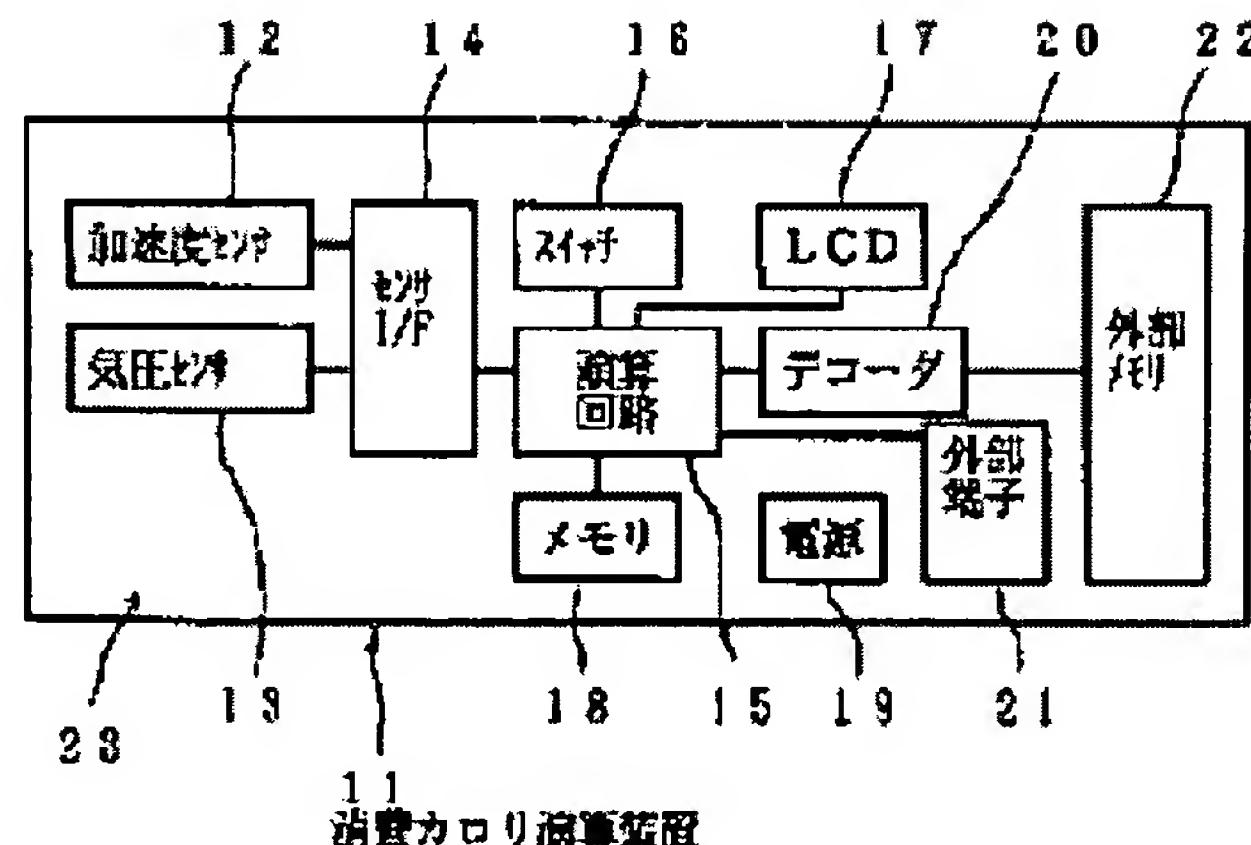
CONSUMED CALORIE CALCULATING DEVICE

Patent number: JP11347021
Publication date: 1999-12-21
Inventor: INOOKA HIKARI; SAGAWA KOICHI; YOSHIKURA HIROSHI
Applicant: TOKICO LTD
Classification:
 - **international:** A61B5/22
 - **European:**
Application number: JP19980158032 19980605
Priority number(s): JP19980158032 19980605

[Report a data error here](#)

Abstract of JP11347021

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately calculate calories consumed by a user in getting exercise. **SOLUTION:** This consumed calorie calculating device 11 has an acceleration sensor 12 and an atmospheric pressure sensor 13. The acceleration sensor 12 is a walking step sensor to output detecting data for judging whether a user is walking or running by the impact between the user's heel and the ground. The atmospheric pressure sensor 13 is a sensor to judge the up/down movement of a user by detecting the change of atmospheric pressure corresponding to the up/down movement of the user. When a user starts exercise with the consumed calorie calculating device 11, the acceleration sensor 12 outputs acceleration signals in each sensitive direction according to the user's movement, and the atmospheric pressure sensor 13 outputs detection signals according to the change of atmospheric pressure. Therefore, the consumed calorie calculating device 11 can calculate consumed calories according to the actual exercise got by the user based on the signals from the acceleration sensor 12 and the atmospheric pressure sensor 13.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-347021

(43)公開日 平成11年(1999)12月21日

(51)Int.Cl.⁶

A 61 B 5/22

識別記号

F I

A 61 B 5/22

B

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全7頁)

(21)出願番号 特願平10-158032

(22)出願日 平成10年(1998)6月5日

特許法第30条第1項適用申請有り 1997年12月9日 開催の「計測自動制御学会東北支部 第172回研究集会」において文書をもって発表

(71)出願人 000003056

トキコ株式会社

川崎市川崎区東田町8番地

(72)発明者 猪岡 光

宮城県仙台市青葉区上杉6-1-38

(72)発明者 佐川 貢一

宮城県仙台市青葉区三条町20-2-21

(72)発明者 吉倉 博史

神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3

号 トキコ株式会社内

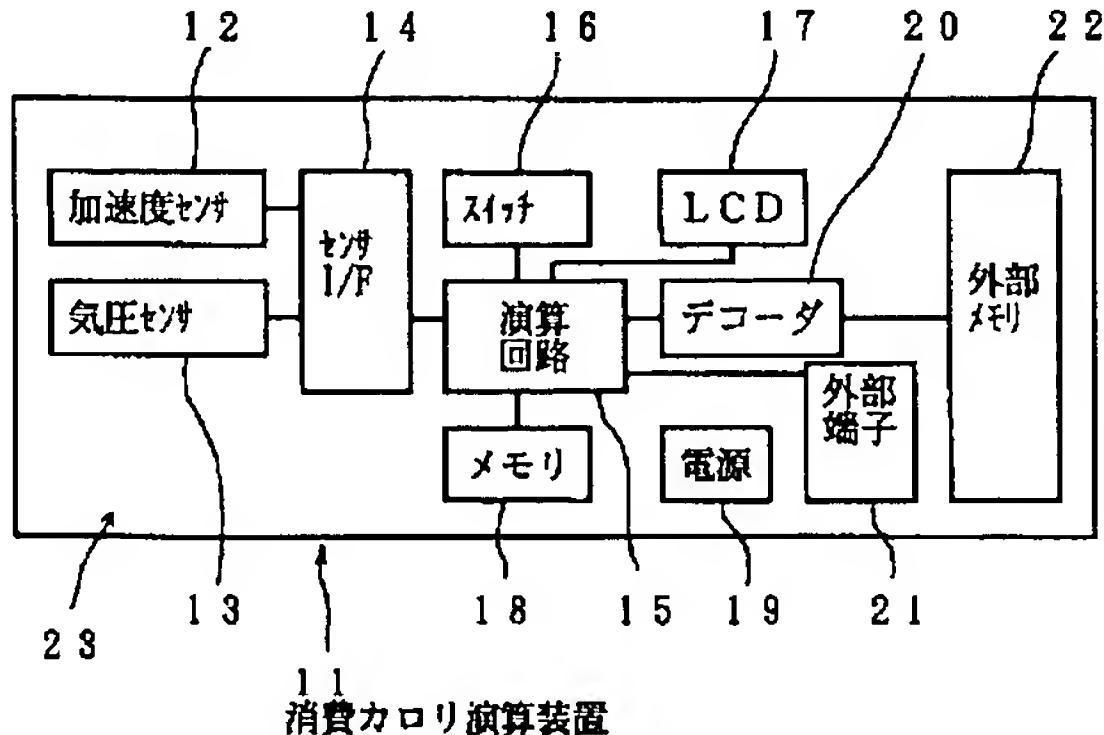
(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54)【発明の名称】 消費カロリ演算装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は被測定者が運動して消費したカロリを正確に演算されることを課題とする。

【解決手段】 消費カロリ演算装置11は、加速度センサ12と、気圧センサ13とを有する。加速度センサ12は、被測定者の足の踵と地面との間の衝撃により歩行しているか、走行しているかの状態判定を行うための検出値を出力する歩数センサである。また、気圧センサ13は、昇降移動に応じた気圧の変化を検出して被測定者の昇降動作を判定するためのセンサである。消費カロリ演算装置11が装着された状態で被測定者が運動を開始すると、加速度センサ12から被測定者の動作に応じた各感度方向の加速度信号が出力されると共に、気圧センサ13から気圧の変化に応じた検出信号が出力される。そのため、消費カロリ演算装置11では、上記加速度センサ12及び気圧センサ13からの検出信号により実際の運動状態に応じた消費カロリを算出することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定者の歩数を検出する歩数センサと、被測定者の生体条件と前記歩数センサにより検出された歩数から消費カロリを演算する消費カロリ演算部と、該消費カロリ演算部により演算された演算結果を記憶する記憶手段と、を有する消費カロリ演算装置において、昇降移動に応じた気圧の変化を検出する気圧センサと、該気圧センサからの検出値に基づいて昇降動作を判定する判定手段と、を備えてなることを特徴とする消費カロリ演算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は被測定者が運動して消費したカロリを正確に演算するよう構成された消費カロリ演算装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】被測定者が運動して消費したカロリを測定して表示する携帯型の消費カロリ演算装置としては、所謂カロリメータと呼ばれるものがある。この種の装置は、例えば機械的な接点又は加速度センサを用いた歩数計測装置からなり、被測定者の腰部に取り付けられるよう携帯可能なコンパクトな構成となっている。そして、歩数計測装置は、内蔵された電池により駆動され、歩行時に生じる被測定者の足の踵と地面との間の衝撃を機械的な接点や加速度センサで検知し、その信号をデジタル信号に変換して歩数を計測する。

【0003】そして、上記のような歩数計測を行う消費カロリ演算装置においては、被測定者の体重、身長、年齢、性別等の生体条件に見合った消費カロリの係数値を歩数計測装置により計測された歩数に掛けることで被測定者の運動量に対するカロリの消費量を予測している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の消費カロリ演算装置では、被測定者が通常の平地歩行する場合のカロリ消費量と階段昇降時のカロリ消費量とを比較すると、運動の仕方によってカロリ消費量が大きく違う。例えば、階段を下りているときは平地歩行(80m/min)時の約0.8倍となり、階段を上るときは約3倍のカロリを消費すると言われている。しかし、従来の装置では、歩数のみからカロリ消費量を算出しており、階段の昇降や坂道の歩行をしても平地歩行と同じ係数値でカロリ消費量を算出してしまうため、実際のカロリ消費量とは大きく違ってしまうといった問題がある。

【0005】また、算出したカロリ消費量が実際の運動で消費したカロリと大きく違ってしまう場合には、健康管理のために行っている運動が被測定者の負荷になってしまい目標運動量に対し実際の運動量が過剰となるおそれがある。ここで、算出する消費カロリの精度を上げる

ためには歩行状態を判定して歩行状態に合った消費カロリの係数を変える必要があるが、腰部に装着された消費カロリ演算装置の機械的な接点や加速度センサの信号のみで階段の昇降や坂道の歩行を判定するのは難しく、判定率を高めるためには高度な演算を行う必要がある。それに伴って、消費カロリ演算回路の消費電力も増加することから携帯機器としての動作時間の確保が難しくなり、電池容量を大きくすると外形、重量の増加により携帯機器として役割を果たさなくなるなどの問題もある。

【0006】そこで、本発明は上記課題を解決した消費カロリ演算装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するため、以下のような特徴を有する。本発明は、被測定者の歩数を検出する歩数センサと、被測定者の生体条件と前記歩数センサにより検出された歩数から消費カロリを演算する消費カロリ演算部と、該消費カロリ演算部により演算された演算結果を記憶する記憶手段と、を有する消費カロリ演算装置において、昇降移動に応じた気圧の変化を検出する気圧センサと、該気圧センサからの検出値に基づいて昇降動作を判定する判定手段と、を備えてなることを特徴とするものである。

【0008】従って、本発明によれば、昇降移動に応じた気圧の変化を検出する気圧センサからの検出値に基づいて昇降動作を判定するため、例えば階段の昇降あるいは坂道の上り下り等の昇降動作を行った場合でも実際の運動状態に応じた消費カロリを正確に求めることができる。また、演算に伴う消費電力を節減して電池寿命を延ばすことが可能となり、計測時間を延長させることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面と共に本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明になる消費カロリ演算装置の一実施例を説明するためのブロック図である。また、図2は消費カロリ演算装置の装着状態を示す図である。図1に示されるように、消費カロリ演算装置11は、加速度センサ12と、気圧センサ13と、センサインターフェイス回路14と、演算回路15と、設定スイッチ16と、表示部17と、メモリ18と、電源19と、デコーダ回路20と、外部端子21と、外部メモリ22とを有する。

【0010】消費カロリ演算装置11は、上記各機器がコンパクトなケース23内に収納されており、携帯可能な構成となっている。そのため、消費カロリ演算装置11は、図2に示されるように、被測定者の腰の位置にベルト等により固定された状態で使用される。その際、消費カロリ演算装置11は、被測定者に密着されており、被測定者の動きに追従して歩行による衝撃や階段の昇降による上下方向の移動等を検出できるように装着される。

【0011】加速度センサ12は、被測定者の足の踵と地面との間の衝撃により歩行しているか、走行しているかの状態判定を行うための検出値を出力する歩数センサである。また、気圧センサ13は、昇降移動に応じた気圧の変化を検出して被測定者の昇降動作を判定するためのセンサである。加速度センサ12及び気圧センサ13により検出された検出信号は、センサインターフェイス回路14で増幅されて波形整形が行われる。そして、演算回路15は、センサインターフェイス回路14を介して入力された加速度センサ12及び気圧センサ13からの検出信号に基づいて歩行状態を判定する。

【0012】また、設定スイッチ16は、各種設定を行う際に操作される。表示部17は、液晶ディスプレイ(LCD)からなり、測定された運動状態や運動量に応じた消費カロリ等の各種データを表示する。また、メモリ18は、運動量に応じて算出された消費カロリ量や各種入力値等の各種データを記憶する記憶手段である。そして、各種データは、デコーダ回路20を介して読み書きされる。

【0013】外部端子21は、外部機器との通信を行うための出力端子である。また、外部メモリ22は、パソコン用コンピュータ等とデータを共有するための取り外し可能な記憶媒体である。次に上記構成とされた消費カロリ演算装置11の消費カロリの計測及び演算動作について説明する。

【0014】先ず、被測定者は、消費カロリ演算装置11を腰の位置にベルト等の固定具を使用して固定される。その際、消費カロリ演算装置11は、被測定者の動きを検出することができるよう加速度センサ12の検出方向(感度方向)が被測定者が直立状態のとき上下方向と前後方向、さらに前進方向に対して直角な左右方向を検出できるように固定される。

【0015】被測定者は、消費カロリ演算装置11の表示部17に表示されるガイダンスに従って設定スイッチ16を操作することにより消費カロリ演算に必要な各種パラメータ(体重、身長、年齢、性別)等の生体条件を入力する。そして、設定スイッチ16により入力された各種設定値は、演算回路15を介してメモリ18に記憶される。

【0016】このように消費カロリ演算装置11が装着

$$V_{01} = V_s (0.009P - 0.095) \pm (\text{圧力誤差} \times 0.009 V_s C_T) \quad \dots \quad (1)$$

上記(1)式において、定格電圧 $V_s = 5.0$ [V]、Pは入力圧力[KPa]である。なお、 C_T は、温度誤差乗数である。この温度誤差乗数 C_T は、 $0^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ で $C_T = 1$ である。

【0021】一般に1[m]あたりの気圧変化は、約 1.067×10^{-2} [KPa]であるとすると、(1)式よりセンサ出力は1[m]あたり約630[μV]変化することになる。この値は、実験的に気圧センサ13を1[m]上下に動かすことからも得られる。このことよ

された状態で被測定者が運動を開始すると、加速度センサ12から被測定者の動作に応じた各感度方向の加速度信号がセンサインターフェイス回路14に入力されると共に、気圧センサ13から気圧の変化に応じた検出信号(絶対圧力信号)がセンサインターフェイス回路14に入力される。このように入力された各センサ信号は、センサインターフェイス回路14内の増幅・整形回路によりS/Nの高い信号として演算回路15に入力される。

【0017】演算回路15では、入力された信号をA/D変換した後に各信号の特長を抽出し、被測定者が歩行状態であるか走行状態であるかを予測する。その際、気圧センサ13から得られた大気圧情報を微分し、増幅することで広い範囲の高低差に対してA/D変換器の入力範囲を越えることなく階段の昇降あるいは坂道の上り下り等の昇降動作による上下方向の移動状態を判定できる。

【0018】さらに、気圧センサ13からの気圧検出信号(絶対圧力信号)により被測定者が立っている標高を予測し、歩行時の気圧の変化状態から被測定者の歩行状態を予測した後は、設定スイッチ16により入力された各設定値を基に決められる係数値と歩数とから消費カロリを算出する。従って、消費カロリ演算装置11では、上記加速度センサ12及び気圧センサ13からの検出信号により実際の運動状態に応じた消費カロリを算出することが可能となるため、従来のように加速度センサの信号のみで階段の昇降や坂道の歩行を判定する場合のように高度な演算を行う必要がなく、演算回路の消費電力も節減できるので、電池容量を大きくすることなく電池寿命を確保できる。

【0019】このようにして算出された消費カロリ量は、設定スイッチ16の操作により表示部17に表示される。また、計測された各センサ信号や消費カロリは、演算回路15を介してメモリ18や外部メモリ22に記憶されると共に、メモリ18や外部メモリ22から読みだすことができる。ここで、加速度センサ12及び気圧センサ13からの検出信号により被測定者の運動状態を推定する方式について説明する。

【0020】上記気圧センサ13の伝達関数 V_{01} は、次式(1)のように表せる。

$$V_{01} = V_s (0.009P - 0.095) \pm (\text{圧力誤差} \times 0.009 V_s C_T) \quad \dots \quad (1)$$

り、気圧センサ13から出力される検出信号の増幅が必要となる。

【0022】また、絶対圧情報を気圧センサ13により直接測定するためには、測定を行う場所の大気圧の大きさによってオフセットを変化させたり、気圧センサ13のダイナミックレンジを越えないように注意を払う必要がある。しかし、消費カロリ演算装置11で必要とする情報は、大気圧そのものではなく、被測定者が上下方向に移動しているかどうかの情報である。そこで、本実施

例では、大気圧の時間微分信号のみを計測することでオフセットやダイナミックレンジの問題を解決する。

【0023】図3は気圧センサ13から出力される検出信号の波形処理回路を示すブロック図である。図3に示されるように、気圧センサ13から出力される検出信号 V_{01} は、第1のローパスフィルタ25でセンサノイズが低減され、第1の増幅器26で増幅される。さらに、増幅器26で増幅された信号は、微分回路27で微分された後、第2のローパスフィルタ28で微分ノイズが低減

$$V_{02} / V_{01} = -\tau A_1 A_2 C_0 S / (S^4 + C_3 S^3 + C_2 S^2 + C_1 S + C_0) \quad \dots \quad (2)$$

尚、 $C_0 = (\omega_1 \omega_2)^2$

$C_1 = (\omega_1 \omega_2^2 + \omega_1^2 \omega_2) / Q$

$C_2 = \omega_1^2 + \omega_3^2 + (\omega_1 \omega_2 / Q^2)$

$C_3 = (\omega_1 + \omega_2) / Q$ である。

【0025】ここで、第1の増幅器26の増幅率 A_1 は、 $A_1 = 10$ である。また、第2の増幅器29の増幅率 A_2 は、 $A_2 = 10$ である。また、微分回路27の時定数 τ は、 $\tau = 10$ である。また、第1のローパスフィルタ25のカットオフ角周波数 ω_1 は、 $\omega_1 = 2\pi \cdot 10$ である。また、第2のローパスフィルタ28のカットオフ角周波数 ω_2 は、 $\omega_2 = 2\pi \cdot 0.3$ である。また、フィルタ特性のパラメータ Q は、第1のローパスフィルタ25、第2のローパスフィルタ28共に $Q = 0.707$ である。

【0026】図4は歩行時の加速度センサ12から出力される信号の波形図である。図4に示されるように、足の着地による条件は、①ピークの値 $\geq 0.25G$ 、②このピークが前後0.3秒間で最大となる。

被測定者の歩行の周期がおよそ一步あたり0.5秒であるとすると、歩行あるいはそれよりペースの速い移動形態（ジョギング、走行等）の場合、上記条件①②を満たすピークが1.5秒間に3個以上存在する。このとき、1番目のピークから3番目のピークまでのデータは、移動分の二歩分に相当する。尚、以下この二歩分に相当する波形を「二歩波形」と言う。

【0027】このように、加速度センサ12から出力される信号の波形が二歩波形である場合、被測定者が動的状態（歩行状態）であると判定することができる。また、加速度センサ12から出力される信号の波形が上記条件①②を満たさないときは、被測定者が静的状態（停止状態）であると判定することができる。さらに、動的状態（ジョギング又は、走行状態）であると判定された場合、その移動強度を判別する必要がある。

【0028】ここで言う移動強度とは、移動の激しさと同義で、具体的には、被測定者が歩行しているのか、ジョギングしているのか、あるいは走行しているのかの違いを意味している。この移動強度の判別には、前後方向及び上下方向の加速度の二歩波形の分散を利用する。

【0029】図5は上下方向の加速度と二歩波形の分散との関係を示すグラフである。また、図6は前後方向の

され、第2の増幅器29で検出信号 V_{02} に増幅される。

【0024】第1のローパスフィルタ25は、気圧センサ13の出力段階でのノイズを抑えるためのもので、カットオフ周波数を10 [Hz] としてある。また、第2のローパスフィルタ28は、微分回路27で生じるノイズを低減するもので、カットオフ周波数を0.3 [Hz] としてある。この気圧信号の処理系の伝達関数 $G(S)$ は、次式(2)のように表される。

$$V_{02} / V_{01} = -\tau A_1 A_2 C_0 S / (S^4 + C_3 S^3 + C_2 S^2 + C_1 S + C_0) \quad \dots \quad (2)$$

加速度と二歩波形の分散との関係を示すグラフである。図5及び図6に示されるように、歩行とジョギング状態又は走行状態を比較すると、ジョギング状態及び走行状態の加速度は、分散度が大きくなる。また、図6の波形図よりジョギング状態と走行状態との違いは、前後方向の加速度に分散に現れる。

【0030】これらの特性の違いから

$(S_x^2 > 0.5) \cap (S_y^2 > 0.3)$ の場合は→平地走行状態

$(S_x^2 > 0.5) \cap (S_y^2 \leq 0.3)$ の場合は→ジョギング状態

$S_x^2 \leq 0.5$ の場合は→歩行状態

といったように夫々の運動状態を判定することができる。

【0031】図7は予備実験により得られた加速度と気圧変化との関係を示すグラフである。上記ジョギング状態又は歩行状態の場合、あるいは静的状態と判定された場合は、加速度と気圧変化との関係から昇降動作を判定する。前述した(2)式の気圧処理系の出力 V_{02} は、気圧の時間変化を表す信号であり、上下方向の移動速度の情報となる。従って、ここでは、各処理単位区間ごとにこの出力 V_{02} の平均値 \bar{V}_{02} を計算し、この値 \bar{V}_{02} を利用して判別を行う。

【0032】図7に示されるように、出力 V_{02} の平均値 \bar{V}_{02} に対し、境界値（閾値） P_{up} 、 P_{down} を設けることにより上下動作の判別を行う。さらに、上下動作の情報と静的状態、歩行状態、ジョギング状態の情報を組み合わせることにより最終的な移動形態を判別する。

〔静的状態の場合〕

$\bar{V}_{02} > P_{up}$ の場合は→エレベータで上昇中

$P_{down} \leq \bar{V}_{02} \leq P_{up}$ の場合は→停止中

$\bar{V}_{02} < P_{down}$ の場合は→エレベータで下降中

〔歩行状態の場合〕

$\bar{V}_{02} > P_{up}$ の場合は→階段の上り動作中

$P_{down} \leq \bar{V}_{02} \leq P_{up}$ の場合は→平地を歩行中

$\bar{V}_{02} < P_{down}$ の場合は→階段の下り動作中

〔ジョギング状態の場合〕

$\bar{V}_{02} > P_{up}$ の場合は→ジョギングで階段を上る

$P_{down} \leq \bar{V}_{02} \leq P_{up}$ の場合は→平地を歩行中

$V_{12} < P_{down}$ の場合は→ 階段の下り動作中
このように加速度と気圧変化との関係から被測定者の動作状態を正確に判別することが可能となる。

【0033】図8は被測定者の動作パターンの一例を示すグラフである。図8に示されるように、上記のように判別された被測定者の動作状態の変化から移動形態を推定することができる。尚、被測定者の動作パターンは、個々に異なり時間の経過と共に刻々と変化するため、必ず図8に示すパターンになるとは限らないが、このようなグラフとして被測定者の移動形態を表すことができる。

【0034】図9は演算回路15が実行する移動形態の判定処理及び移動形態に応じた消費カロリ演算処理を説明するためのフローチャートである。図9に示されるように、電源がオンに操作されると、ステップS11（以下「ステップ」を省略する）で被測定者の消費カロリ演算に必要な各種パラメータ（体重、身長、年齢、性別）等の生体条件を確認する。次のS12では、被測定者の各種条件が入力されている場合、演算開始の指示を待つ。

【0035】そして、演算開始の指示が入力されると、S13に進み、加速度センサ12により検出された加速度信号を読み込む。続いて、S14では、気圧センサ13からの気圧検出信号（絶対圧力信号）を読み込む。次のS15では、上記加速度センサ12からの加速度信号を解析して被測定者の運動状態を予測する。すなわち、前述したように加速度センサ12からの加速度信号に基づいて被測定者が歩行状態か走行状態かジョギング状態かを判定する（図5乃至図8を参照のこと）。これと共に、加速度センサ12により検出された加速度信号の変化から被測定者の運動状態が加速領域か減速領域かを判定する。

【0036】また、本実施例では、3軸の加速度センサ12を用いているので、被測定者の前後・上下・左右の加速度を検出して演算することにより被測定者の進行方向を各方向の加速度の相対関係から予測することができ、被測定者の歩行経路を推測することができる。さらに、S16では、気圧センサ13からの気圧検出信号（絶対圧力信号）を解析することにより被測定者が移動する際の上下方向の変化を求めることができ、気圧変化から昇降動作の有無を判定する。すなわち、気圧センサ13により検出された気圧変化に基づいて被測定者が階段や坂道を昇降している昇降状態、あるいはエレベータやエスカレーター等の昇降手段により昇降している状態を判定することができる。

【0037】次のS17では、上記加速度センサ12からの加速度信号の解析結果と気圧センサ13からの気圧検出信号（絶対圧力信号）の解析結果とを総合して解析することにより被測定者の運動状態（歩行状態、走行状態、減速・加速状態、昇降状態の組み合わせ）を判定す

る。続いて、S18に進み、上記S17で求めた被測定者の運動状態に応じた消費カロリ係数値を選択して今回の演算の消費カロリ係数値を決定する。そして、S19では、S18で設定された消費カロリ係数値を歩数に掛けて被測定者の運動量に応じた総消費カロリ量を算出する。

【0038】この後、S20で上記のように演算された総消費カロリ量をメモリ18及び外部メモリ22に記憶させると共に、総消費カロリ量を表示部17に表示する。次のS21では、演算停止の指示の有無を確認しており、電源がオフに操作されて演算停止の指示があるときは、一連の演算処理を終了させる。しかし、S21において、演算停止の指示がないときは、上記S13に戻り、S13以降の処理を実行する。

【0039】従って、S21で演算停止命令が入力されないときには、S13以降の処理を繰り返すことにより、連続的に加速度センサ12及び気圧センサ13からの検出信号を読み込み、各検出信号に基づいて被測定者の運動状態（歩行状態、走行状態、減速・加速状態、昇降状態の組み合わせ）を判定し、被測定者の運動状態に応じた消費カロリを演算する。そして、被測定者の運動状態に見合った消費カロリを加算して総消費カロリ量を求める。

【0040】また、消費カロリ演算装置11は、加速度センサ12及び気圧センサ13を有するため、被測定者の消費カロリ量を求めることができると共に、使用時間内での移動経路を推測することができる。そのため、例えば地図情報との照合により病院や特定の施設内等の狭い範囲における行動パターンを把握することができる。

【0041】また、消費カロリ演算装置11は、ジャイロや地磁気センサとの併用により広範囲での移動経路推定も可能となる。そして、消費カロリ演算装置11を用いて移動経路と消費カロリとの関係を求めるこにより、例えば散歩をする場合、自分に合った散歩コースを設定することができる。さらに、気圧センサ13からの検出値によりエレベータ等の直立状態での移動も推測できるので、被測定者の歩行経路を立体的に把握することができ、例えば徘徊老人等の行動把握にも応用できる。

【0042】また、被測定者の運動状態に応じた消費カロリを正確に予測できるので、例えば医療分野あるいはエステ分野にも適用することができる。さらに、目標消費カロリを設定することで被測定者に対して安全な範囲で運動量の指示を与えることが可能となる。尚、上記実施の形態では、加速度センサ12及び気圧センサ13が演算回路15と同一のケース23内に収納される構成を一例として挙げたが、これに限らず、加速度センサ12及び気圧センサ13と演算回路15とを別体な構成とすることも可能である。例えば、加速度センサ12及び気圧センサ13は、被測定者の腰の位置に固定し、セ

ンサ以外の演算回路15等はポケット等の別の場所に収納されるようにしても良い。

【0043】また、加速度センサ12は、測定可能な感度方向が3軸のセンサを用いているが歩行状態の判別を行うためには、上下方向と前後方向の2軸をあるいは1軸のセンサを用いても構わないのは言うまでもない。

【0044】

【発明の効果】上述の如く、本発明によれば、昇降移動に応じた気圧の変化を検出する気圧センサからの検出値に基づいて昇降動作を判定するため、例えば階段の昇降あるいは坂道の上り下り等の昇降動作を行った場合でも実際の運動状態に応じた消費カロリを正確に求めることができる。また、演算に伴う消費電力を節減して電池寿命を延ばすことが可能となり、計測時間を延長させることができる。

【0045】また、各運動状態（平地歩行・走行、階段昇降、坂道の歩行・走行等）をより正確に判定することができ、実際の運動状態に応じた消費カロリに近い値を推測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明になる消費カロリ演算装置の一実施例を説明するためのブロック図である。

【図2】消費カロリ演算装置の装着状態を示す図である。

【図3】気圧センサ13から出力される検出信号の波形処理回路を示すブロック図である。

【図4】歩行時の加速度センサ12から出力される信号の波形図である。

【図5】上下方向の加速度と二歩波形の分散との関係を示すグラフである。

【図6】前後方向の加速度と二歩波形の分散との関係を示すグラフである。

【図7】予備実験により得られた加速度と気圧変化との関係を示すグラフである。

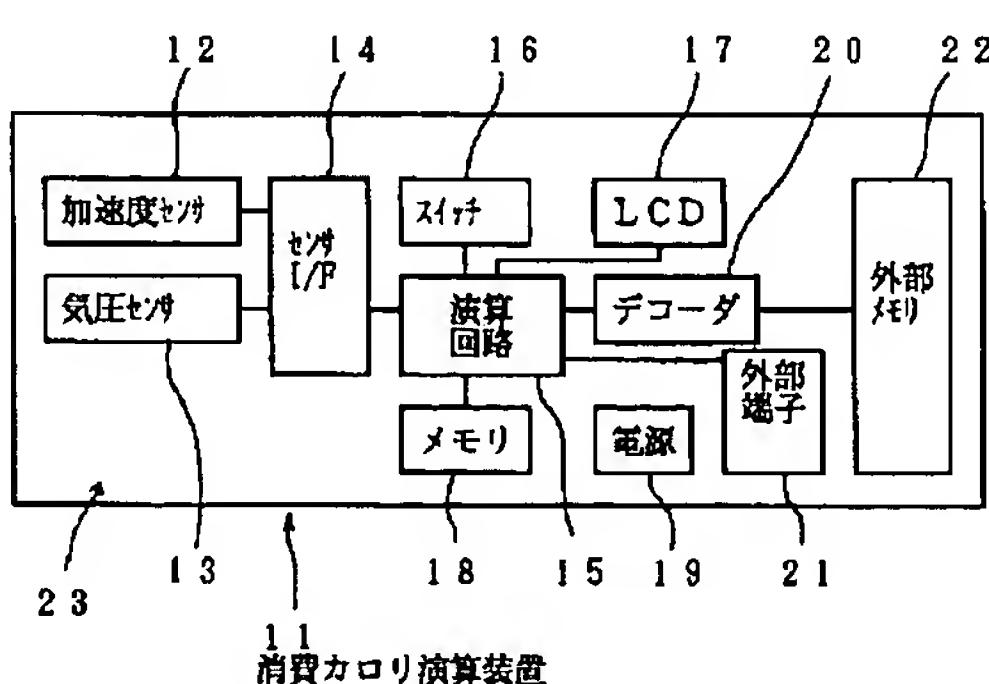
【図8】被測定者の動作パターンの一例を示すグラフである。

【図9】演算回路15が実行する移動形態の判定処理及び移動形態に応じた消費カロリ演算処理を説明するためのフローチャートである。

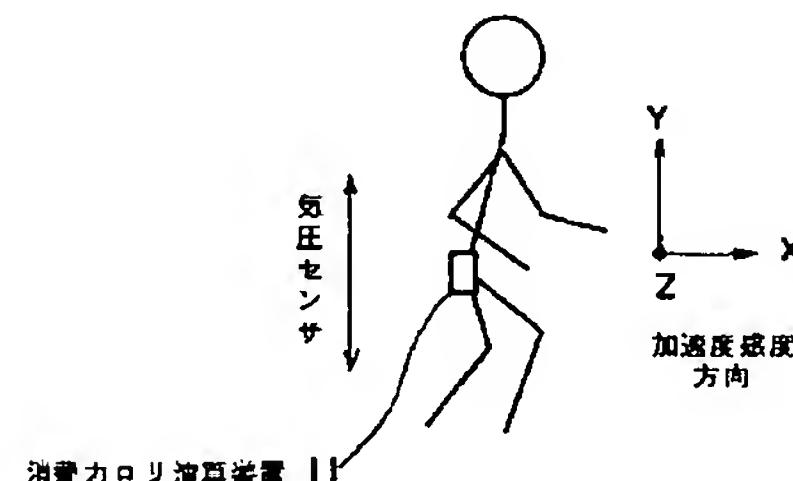
【符号の説明】

- 1 1 消費カロリ演算装置
- 1 2 加速度センサ
- 1 3 気圧センサ
- 1 4 センサI/P
- 1 5 演算回路
- 1 6 スイッチ
- 1 7 表示部
- 1 8 メモリ
- 1 9 デコーダ
- 2 0 外部端子
- 2 1 外部メモリ
- 2 2 外部端子
- 2 3 外部端子
- 2 4 外部端子
- 2 5 外部端子
- 2 6 外部端子
- 2 7 外部端子
- 2 8 外部端子
- 2 9 外部端子

【図1】

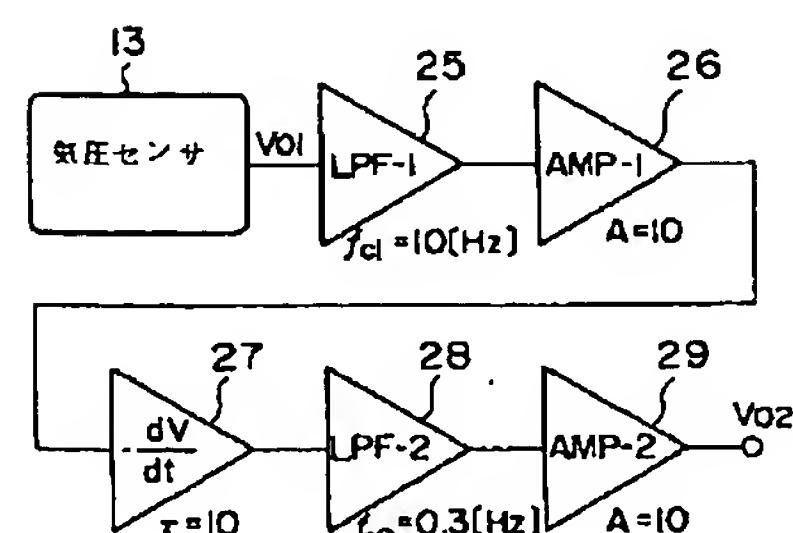


【図2】

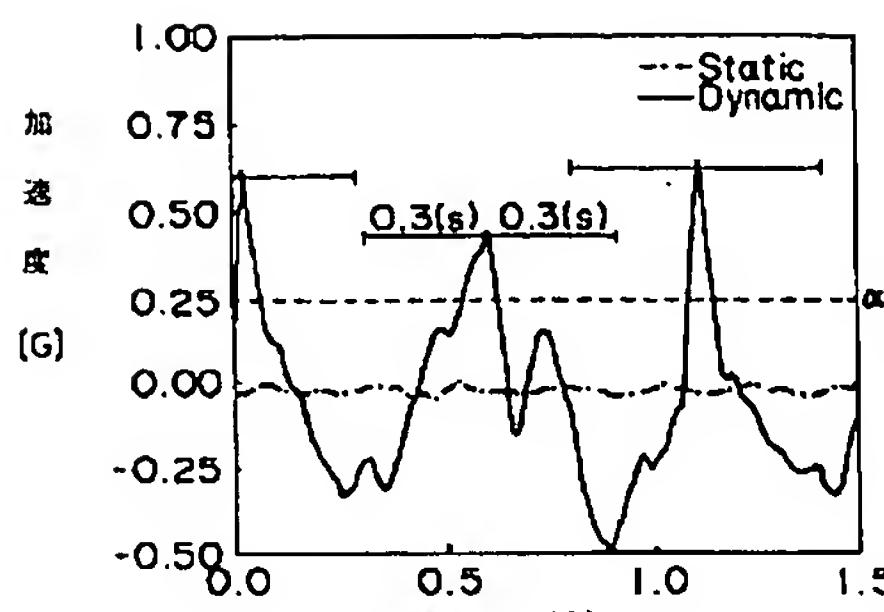


【図3】

気圧センサ回路の概略図

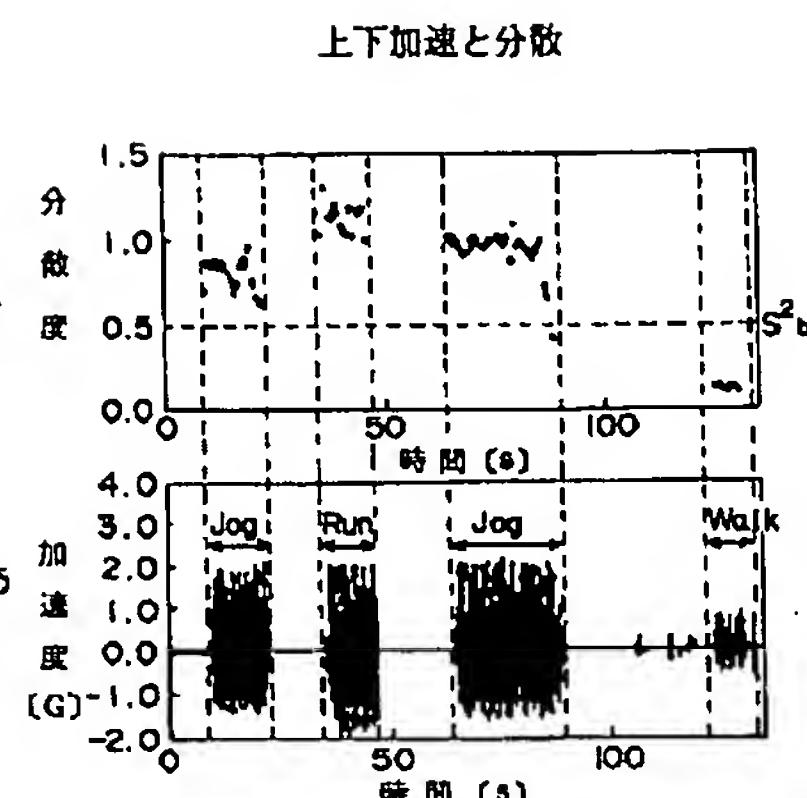


【図4】

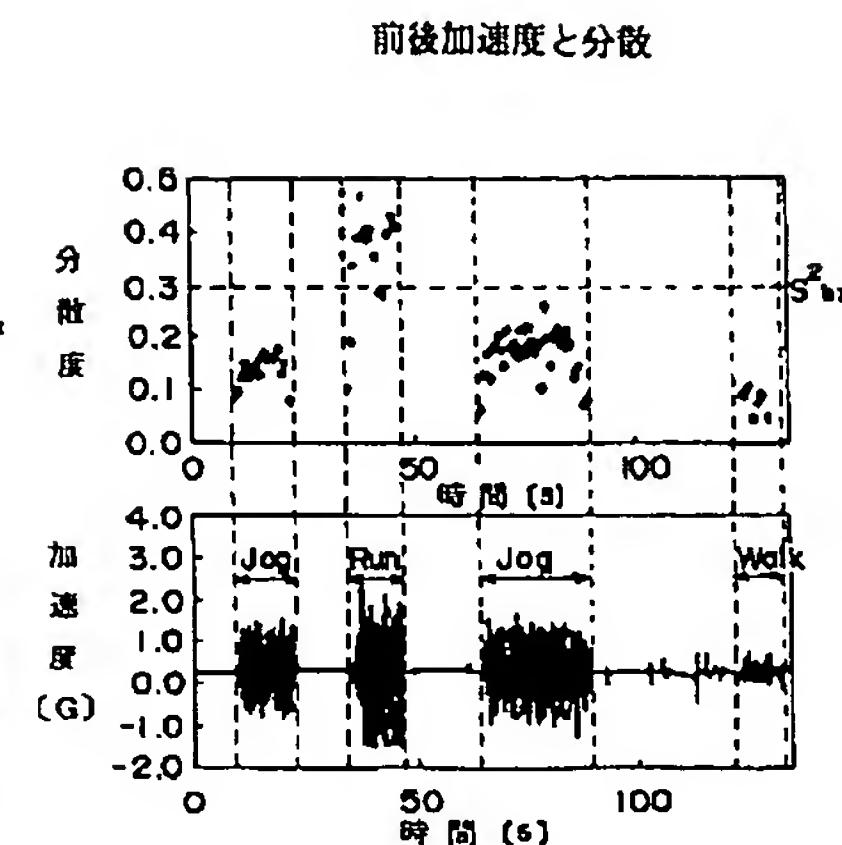


【図7】

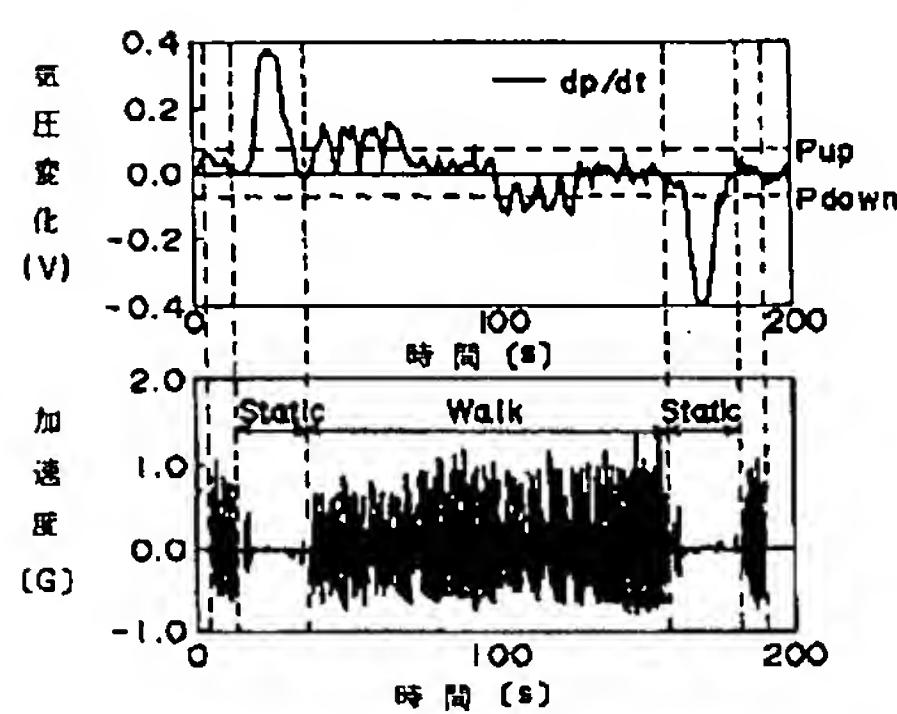
【図5】



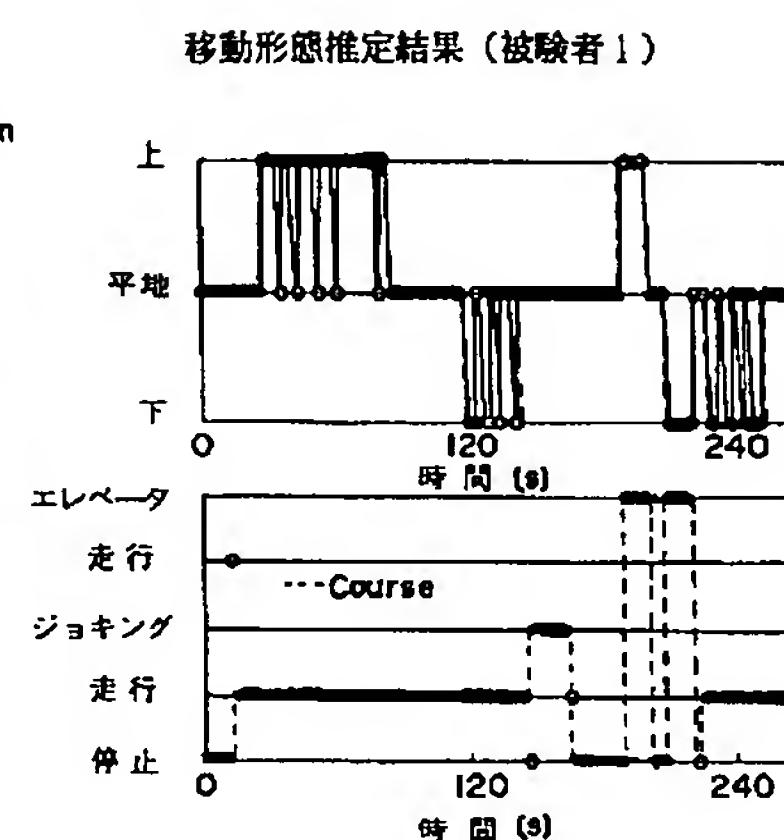
【図6】



加速度と気圧変化



【図8】



【図9】

